

## 地震予知研究の現状とみとおし

辻 井 敏 雄

先週7月16日、文部省の測地学審議会が、5年後に $M$ （マグニチュード）7以上の地震を予知することを目標とする「第2次地震予知研究5ヵ年計画」をまとめ、政府に建議した。これによると、予報を出すまでの段取りとして、「特定観測地域」「観測強化地域」「観測集中地域」の3段階指定地域を設け、大地震が起こる可能性がある重要な首都圏として、東京を「特定観測地域」に指定した。この計画の実施方策は次のようである。

1. 大地震をもたらす地殻の変動などの異常現象が起こった地域を早期に発見するため次のように観測を強化する。

- (1) 国土地理院の水準測量（2，3等）を、いまの5年ごとから、2.5年ごとに改める。
- (2) 全国の海岸100kmおきに90ヵ所の験潮所（現在3分の2が完成）をおき、常時海水面の昇降を記録する。
- (3) 気象庁が67ヵ所に磁気テープ式地震計を整備、東京大学地震研究所が海洋底地震計を開発して観測、国立防災科学技術センターが東京で4,000mの深井戸に地震計を設置する。
- (4) 東京大学は浅井戸による微小地震の観測法を開発する。各大学の地殻変動観測所と微小地震観測所は更に6ヵ所ずつふやす。

2. これまでに大地震の記録があり、最近はない地域を「特定観測地域」とし、各種の観測を集約的に行なう。まず、東京を中心とする地域をこれに指定、平常から研究観測を強化し、あわせて観測器械の開発、データ処理の自動化および、地震予知の研究をする。

3. 以上の観測によって地盤に異常現象がみつかった地域を「観測強化地域」とし、特に観測を強化する。その結果を検討して、異常が地震に関係すると認められた地域は「観測集中地域」として、密度の高い調査観測を集中する。

以上が「第2次計画」の内容であるが、ついでにいうならば「第1次5ヵ年計画」では次のような項目について、必要な調査観測を行なうことになっていた。

- (1) 測地的方法による地殻変動の調査（水準測量・三角測量のひんばんな繰り返し）
- (2) 地殻変動検出のための験潮所の整備
- (3) 地殻変動の連続観測（水平振子傾斜計、水管傾斜計、水晶管伸縮計の三つを併置する地殻変動観測所の設置）
- (4) 地震活動の調査
- (5) 人工地震による地震波速度の観測
- (6) 地磁気・地電流の調査
- (7) 活断層・活動褶曲などの調査
- (8) 岩石破壊実験と地殻熱流量の測定
- (9) 地震予知観測センターの設置

この「第1次5ヵ年計画」は、数年前地震予知計画研究グループが公にした「地震予知——現状とその推進計画」という計画書に基づいている。その後、日本学術会議の中の地球物理学研究連絡委員会に地震予知小委員会が設けられ、また文部省測地学審議会の中に地震予知部会が置かれて「第1次地震予知研究5ヵ年計画」がまとめられたのである。この計画は、新潟地震（1964・6・16,  $M$  7.5）を経験して翌昭和40年度からスタートした。その後、松代地震群（1965・8・3以降）、えびの地震群（1968・2・21以降）、日向灘地震（1968・4・1,  $M$  7.7）、十勝沖地震（1968・5・16,  $M$  7.8）などが起こっている。このところ、日本列島は地震の活動期に入ったのではないかという議論を耳にするくらいである。日本列島に限らず、世界的に地震活動が盛んになっているという見方もある。それにひきかえ、45年にわたって大きな地震がない関東南部はまことに不気味である。今回の第2次計画はこのへんの事情を考慮した手直しと考えられよう。

結論からいえば、地震を的確に予知することは今日不可能であるといえる。しかし、これは将来も不可能であることを意味しない。その進むべき道はおおよそ二つ考えられる。その一つは、大地震の発生に特に関係がありそうな自然現象を追跡して、地震に前駆する変化を検出できるように努めることである。すなわち、ゆるやかに進行する地殻変動を監視する方法である。

地震が起こる直前には、エネルギーは地表に比較的近いどこかの部分に張り合い stress の形でたくわえられていることは間違いない。これを検出する手段は、水準測量や三角測量をひんぱんに繰り返すことである。1964年の新潟地震は、この問題をはっきりさせてくれた。新潟地方では、1898年前後に第1回的水準測量が行なわれたが、その後1930年頃に第2回目、1955年に第3回目の測量が行なわれた。このような測量は元来地形図の作成や修正が目的であったから、その程度の間隔で十分その目的を達していたのである。第2回目の測量の際、新潟平野部が徐々に沈降しつつあることが判明したが、その変動量は、平野部の中央で15cmの沈下であって、年間約5mmの割合になる。ところが第3回目の測量によって、平野部の沈下が相当激しくなっていることがわかった。この原因は、地下から水溶性ガスを過剰に採取するために地盤が大きな収縮を起こし、そのために起こる地盤沈下であったが、この対策を講ずるため、1957年からひんぱんに水準測量を繰り返すことになった。そして、1958年および1961年の2回、柏崎から鼠ヶ関までの水準測量が行なわれた。偶然にも、この少し後に新潟地震があり、震源地付近の土地の変動のありさまを相当詳しくつかむことができたのである。新潟地震の震央は栗島の南であるが、ここに近い本州沿岸の地震前の地盤の変動は図2のようである。これからいえることは、この地域はながい間ゆるやかな地殻変動が続いていたが、そのひずみは地震が近づくとつれて一様性をうしなったということ

図1 新潟地震直前水準測量路線

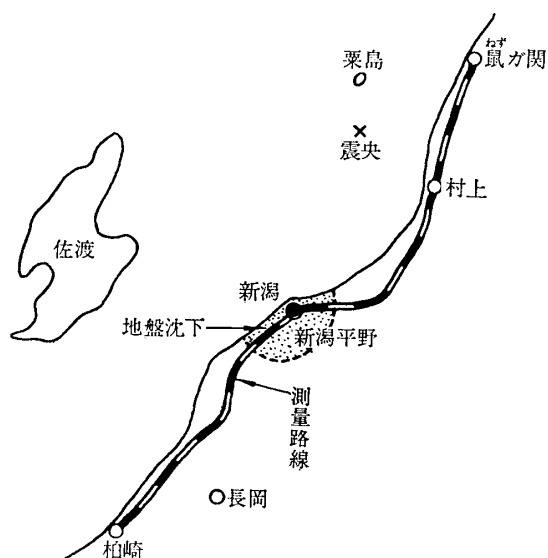
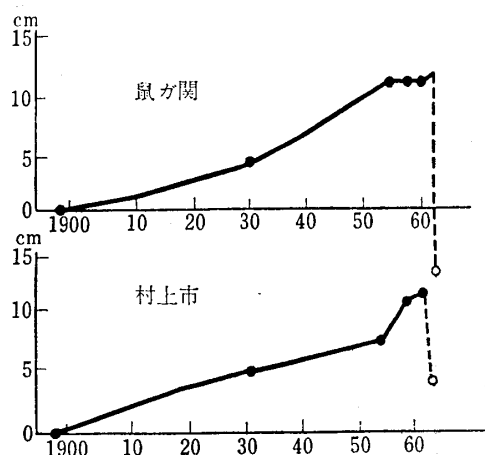


図2 新潟地震前後の水準変化



である。これは、地震の直前になって異常が著しくなることを検出することができれば、地震の予知が可能であるという考え方の一例として重要である。

さて、地震予知の研究のもの一つのいき方は、ある地域で過去に起こった地震の資料をしらべて、その地震活動のくせを知ることである。古文書にある地震記録をしらべれば、その地域にどれぐらいの間をおいて大地震が起こったかを知ることができる。もし、しばしば大地震を記録している地域があれば、今後もそれを期待しなければならない。しかしその周期は、平均値を中心にかんがりのばらつきがあるから、直接の地震予知に役立つほど有効なものではない。とはいうものの、適当な仮定を設けてこのような史料を検討するならば、各地方ごとに今後どれぐらいの地震活動が予想されるかを計算することができる。ここでいう適当な仮定が問題である。周期などを考慮しないで、地域的に地震のあったところを地図にいちいち書込めば、図3や図4ができる。これらはたしかに、その地域の地震のくせの一端を示しているといえる。このような図で、ある期間に特に密度の大きい地域を「地震の巣」と呼ぶこともある。「地震の巣」の地域的な特徴、例えば震源の深さとか、 $M$ の大きさとかについて、その違いの研究もかなり進んでいる。

また、地震のマグニチュード $M$ と大小の地震の起こる回数との間には次の式で示されるような関係がある。

$$\log N = a - bM$$

ここで、 $a$ は $M=0$ の地震数の対数、即ちこの統計の面積や年数に関係し、 $b$ はその地域でエネルギーがそれぞれの地震にどのように配分されているかというこ

図3 昔からの大地震の分布



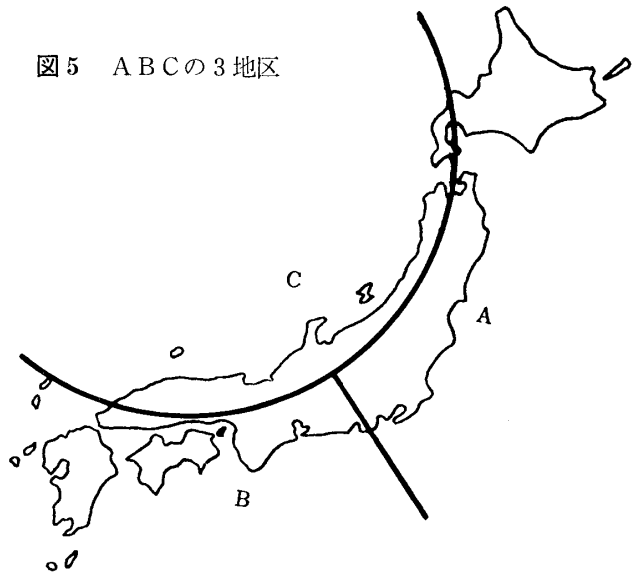
図4 中地震の分布



ど、つまり地域の地震のくせを示す。すでにリヒターやグーテンベルクによって、世界各地の  $a$ 、 $b$  が定められている。

日本列島についてはどうであろうか。図3や図4をみてすぐ気付くことは、震央の分布にかなりの地域性があることである。十勝沖から三陸沖を経て、関東地方にいたる太平洋側は、震央が混んでいる。もう少しよくみると大地震も中地震も、いくつかの巣がある。

図5 A B Cの3地区



また、西南日本に眼をむけると、いわゆる東海沖から南海沖にかけて大地震の巣というものがわかる。日本海側では、大地震がそれほど多くない。むしろ、大地震と中地震の中間的なものである。そこで、これらの大まかな地域性をつかんだうえで、図5のようにA、B、Cにわけ、その  $a$ 、 $b$  からそれぞれの地域の特徴をしらべる試みが行なわれた。そのために1931年から1950年までの20年間の地震をしらべた。その結果、次のような値が得られた。

$$A : \log N = 6.88 - 1.06M$$

$$B : \log N = 4.19 - 0.72M$$

$$C : \log N = 3.69 - 0.66M$$

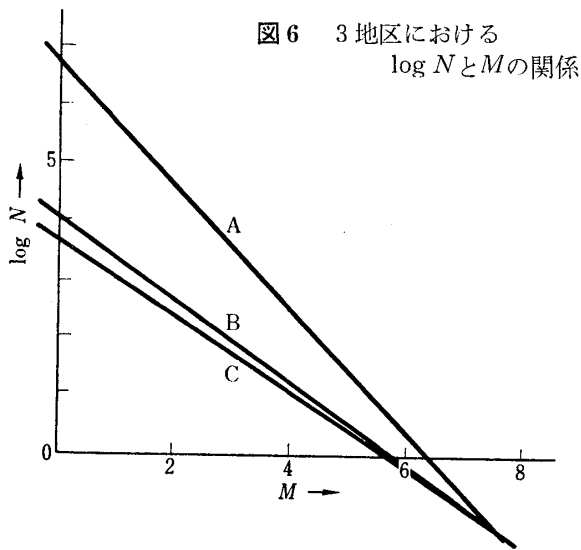
定数  $b$  は、A、B、Cの順に小さくなっている。そこで、たて軸に  $\log N$  を、よこ軸に  $M$  をとってA、B、Cの直線を書いてみると、それらは  $M=8$  のあたりで交わる(図6)。これは、 $a$ 、 $b$  が全く独立した量ではなくて、関連しあっていたことを示すと考えられる。そして、 $M=8$  という数は、かなり長い期間の統計をとって

みても、その間にたった1回しか起らないといった大地震があるとすれば、その地震のマグニチュードが8だということではなかろうか。

さて、 $M$  が1ふえれば、 $N$  は  $1/10$  となる。しかし一方で  $M$  とエネルギーの関係式がある。

$$\log E = 1.5M + 11.8$$

即ち、 $M$  が1ふえれば  $E$  は30倍になる。いままでに知られている最大の地震の  $M$  が8.5とすれば、上式から



そのエネルギーは $3.9 \times 10^{24}$ エルグとという大きなものになるが、 $M=7.5$ の地震の $E$ は $1.2 \times 10^{23}$ エルグでおよそ $\frac{1}{30}$ なのである。このことから、 $M$ が小さい地震がたくさん起こっても、それが大地震の解消の役目を果たすとは限らないといえる。むしろ、大地震の前震とみられる場合がかなりある。

さて、まえに地震予知の研究の一つのいき方は、ある地域で過去に起こった地震の資料をしらべて、その地震活動のくせを知ることだといった。これをするにはいろいろ取り上げる材料がある。たとえば、東京（江戸）という一地域だけについて、昔からの大きな地震の周期をしらべたりする。また、大小の地震の震央分布を、ある期間について地図で示すこともする。いずれにしても、その地震活動の起こる地域と時間的消長が問題になる。

そこで日本列島の中でそれぞれくせを持つ地域をならべて、その地震活動の時間的消長をながめてみようというのが私の試みである。簡単な表で試みしてみる。

縦に期間をとる。1921年(大正10年)から1966年(昭和41年)の46の目盛がある。横に15の地域をならべる(図7)。地域の中にさらにいくつかの都市をえらんで、合計65の地点が北海道から九州までならぶ。さて、65の場所で、毎年大小の地震が何回あったかを、46年間の記録に基づいて書き入れる。たとえば東京について1921年から1966年までのその回数を書き入れる。この表では、有感地震を材料としたので、震度IからVIまでの人体に感じたものが全部ある。こうしておいて、それぞれの地点で46年間に有感地震の回数が多かった



順に数個ずつとって、その年のところを色ぬりする。ここに掲げた表は紙面の都合で数字をはぶいてあるが、黒丸印が色ぬりをした部分である。

これをながめてみると、ある地域（それに関連をもつ隣接地域を含む）で黒丸の多い時期には、他の地域で黒丸が少ない。黒丸の集まっているところをかりに地震の活動期とみるならば、ある地域が活動期のときは、そのほかのところは比較的静かだといえる。このことは日本全体としてみて、地下のエネルギーがかなり蓄積されるとそれがどこかの地域で放出されるということ、いいかえれば、北海道から九州まで日本列島全体にわたって同時にガタガタすることはないという最近の考え方にあてはまっているようである。

さらにいうならば、東北日本の太平洋側から関東地方にかけて、1921年から1940年の20年間にわたるおおまかな活動期がみられる。これが終わったあとは、西南日本に活動期がうつり、約10年ほど続いて終わっている。さらに、 $M$ の値の大小によって日本列島をA, B, Cの3地区にわけたあのA, B地区に何か関連がありそうな気がする。また、関東南部が気がかりであることもこの表からうかがわれるのである。

まあ、いろいろなことに気がつくが、この表は一つの試みである。材料の使い方、地域の選び方、期間の取り方について、更に工夫しなければならない。それを今後の課題とする。

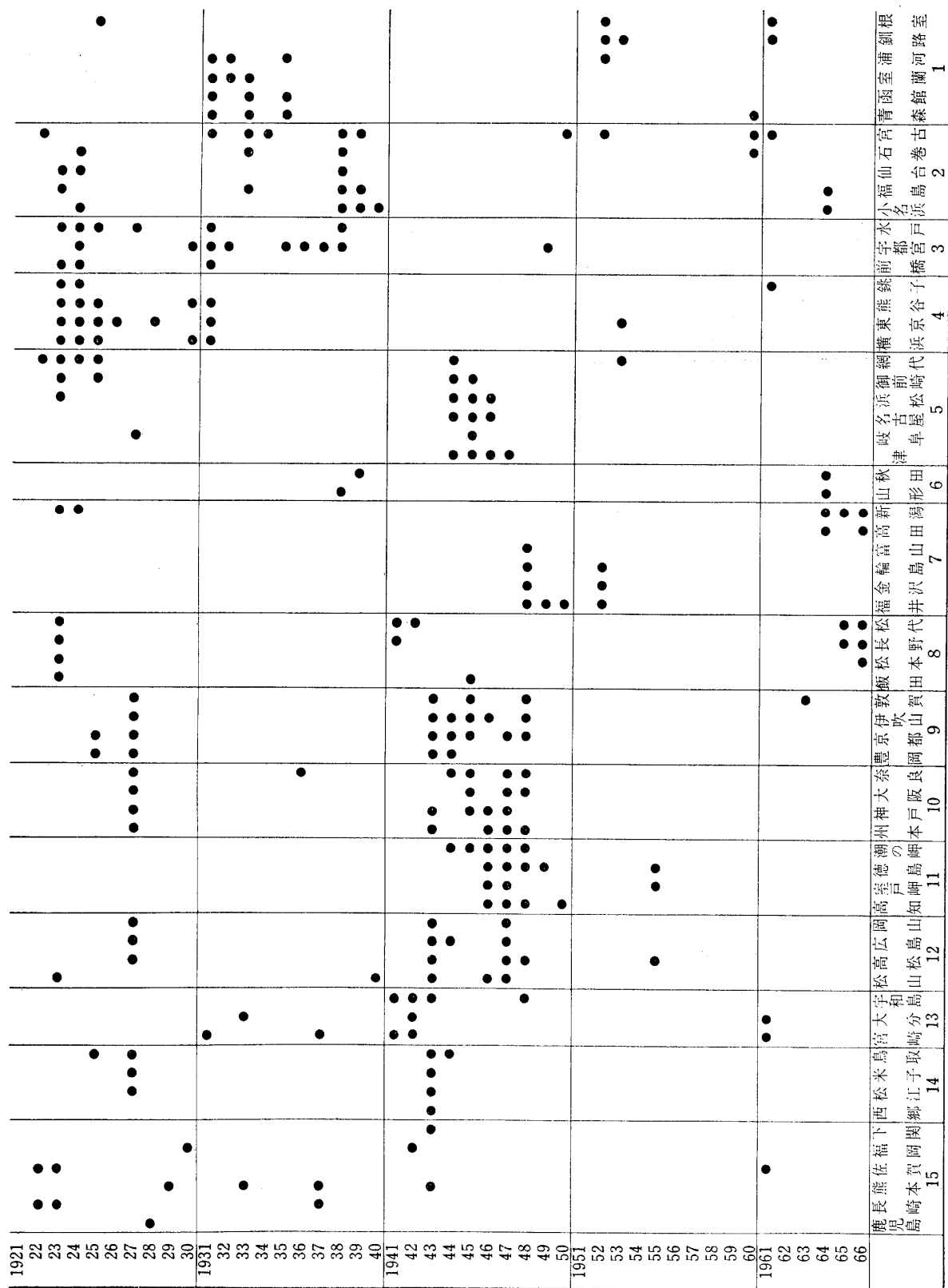


表 有感地震の消長